

PLANIFICATION ET ANALYSE D'EXPÉRIENCES NUMÉRIQUES. APPLICATION À UN CAS D'ÉTUDE ISSU DE L'INDUSTRIE AÉRONAUTIQUE.

Contexte

Le développement de méthodes numériques performantes, dans le domaine de la conception de systèmes, représente un axe de recherche stratégique pour Supélec et ses partenaires industriels. En effet, malgré l'essor du calcul haute performance (HPC), les temps de calcul nécessaires à la réalisation de simulations informatiques réalistes d'un système complexe restent souvent très élevés, en raison du recours à la résolution numérique d'équations aux dérivées partielles ou à des tirages de Monte Carlo. Par exemple, la simulation du crash d'une seule structure de voiture peut prendre plusieurs heures sur des serveurs HPC. Ces temps de calculs élevés limitent sévèrement le nombre de simulations qu'il est possible de faire.

Le domaine de la *planification et analyse d'expériences numériques* [1] s'est développé depuis le début des années 90, à la frontière entre statistique et analyse numérique, et s'intéresse principalement à l'analyse et à l'optimisation de systèmes dont le fonctionnement est décrit par un modèle informatique coûteux à simuler. Une idée centrale pour cela, aujourd'hui classique en ingénierie, consiste à construire un modèle numérique simplifié, souvent appelé *méta-modèle*, reproduisant les principales caractéristiques du modèle complexe, et à utiliser ce méta-modèle pour analyser le système et planifier de nouvelles simulations à réaliser.

Objectif du stage

Le stage proposé se place dans le cadre de *l'approche bayésienne* pour la planification et l'analyse d'expériences numériques coûteuses. Le principe est de considérer le modèle informatique du système étudié comme une boîte noire, sur laquelle on dispose d'informations a priori. L'information a priori se traduit sous la forme d'une mesure de probabilité sur un espace de fonctions, c'est-à-dire d'un processus aléatoire. Le théorème de Bayes permet de fusionner cet a priori avec l'information apportée par les simulations pour produire une loi a posteriori, qui résume la connaissance actuelle du système. On s'intéresse en particulier aux processus aléatoires gaussiens, qui sont associés à la technique du *krigeage* pour la construction de méta-modèles.

L'objectif de ce stage est l'étude d'une application industrielle réaliste, issue du domaine de l'aéronautique et fournie par un partenaire industriel de Supélec. Ce cas d'étude permettra au stagiaire de se familiariser avec les différents aspects du domaine : construction et validation de méta-modèles, conception et mise en œuvre de stratégies séquentielles de planification d'expériences, analyse de sensibilité, etc. mais aussi de proposer de nouvelles solutions permettant de répondre aux problèmes spécifiques posés par l'application considérée. Le stagiaire bénéficiera pour mener à bien son travail d'un environnement de calcul performant, et sera en contact avec des doctorants travaillant dans le même domaine de recherche.

Informations pratiques

Connaissances souhaitées. Mathématiques appliquées, optimisation, statistiques, théorie de l'apprentissage. Très bonne maîtrise d'au moins un outil de programmation standard (C, Fortran, Matlab, etc.).

Aptitudes personnelles souhaitées. Autonomie, ouverture d'esprit, écoute, synthèse.

Modalités. La durée du stage est d'au moins 5 mois. L'étudiant travaillera au Département SSE de Supélec, campus de Gif-sur-Yvette (au sud de Paris). Une rémunération de 500 à 700 € par mois peut être mise en place.

Contact. Envoyer curriculum vitae, lettre de motivation et relevés de notes à Emmanuel Vazquez et Julien Bect {emmanuel.vazquez, julien.bect}@supelec.fr.

Références

- [1] T. J. Santner, Brian J. Williams, and W. I. Notz. *The design and analysis of computer experiments*. Springer, 2003.